

**Distance measuring device, e.g. for vehicle distance**

Patent Number: DE19850846  
Publication date: 1999-05-12  
Inventor(s): SHIMIZU HIDEO (JP); IZUMI AKIO (JP); HIRABAYASHI TAKEHIDE (JP)  
Applicant(s): FUJI ELECTRIC CO LTD (JP)  
Requested Patent: ☐ DE19850846  
Application Number: DE19981050846 19981104  
Priority Number(s): JP19970302518 19971105  
IPC Classification: G01C3/06; G08G1/16  
EC Classification: G01C3/08A, G08G1/16  
Equivalents:

---

**Abstract**

The device has an imaging unit with two spaced imaging lenses, two light sensor fields, and a computer, to compute the distance between an object and two images obtained using the imaging unit, on the basis of triangulation. The computer determines the distance to the measurement object, using the stored value of a movement amount, which is determined on the basis of the lens spacing (B) and the images of a reference object taken with a cyclic pattern, the cycle of which equals the lens spacing. The distance is also calculated using the difference between the values of imaging positions on the sensor fields, which arise from a medium provided between the object and the device, where the difference is determined using the movement amount. The distance is also calculated from the movement amount, which is determined if the distance to the object is measured.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**BEST AVAILABLE COPY**

THE UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE  
BUREAU OF PATENT AND TRADEMARKS

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 50 846 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 C 3/06**  
G 08 G 1/16

②① Aktenzeichen: 198 50 846.8  
②② Anmeldetag: 4. 11. 98  
④③ Offenlegungstag: 12. 5. 99

DE 198 50 846 A 1

③③ Unionspriorität:  
302518/97 05. 11. 97 JP

⑦① Anmelder:  
Fuji Electric Co., Ltd., Kawasaki, Kanagawa, JP

⑦④ Vertreter:  
Hoffmann, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 82166  
Gräfelfing

⑦② Erfinder:  
Hirabayashi, Takehide, Kawasaki, JP; Shimizu,  
Hideo, Kawasaki, JP; Izumi, Akio, Kawasaki, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ **Vorrichtung und Verfahren zur Entfernungsmessung**

⑤⑦ Beschrieben werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Messung der Entfernung zwischen einer Entfernungsmessvorrichtung und einem Meßobjekt, bei dem mittels zweier Abbildungslinsen auf zwei optischen Sensorfeldern eine jeweilige Abbildung des Meßobjekts erzeugt wird und die gesuchte Entfernung aus den Abbildungspositionen auf den Sensorfeldern relativ zu Bezugspositionen nach dem Prinzip der Triangulation berechnet wird. Zur Korrektur eines Meßfehlers der von einem die Abbildungspositionen beeinflussenden Medium zwischen der Entfernungsmessvorrichtung und dem Meßobjekt herrührt, wird die gesuchte Entfernung unter Verwendung der relativen Abbildungspositionen, die sich bei Messung der Entfernung zu dem Meßobjekt ergeben, und eines gespeicherten Korrekturwerts berechnet. Der Korrekturwert ist unter Verwendung eines Referenzobjekts mit einem speziellen Muster dadurch ermittelbar, daß der Abstand zu dem in beliebiger Entfernung angeordneten Referenzobjekt gemessen wird.

DE 198 50 846 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Entfernungsmessvorrichtung, etwa eine Fahrzeugabstands-Messvorrichtung, wie sie zur Verhinderung einer Kollision von Fahrzeugen eingesetzt wird.

Bekannte Fahrzeugabstands-Messvorrichtungen (nachfolgend einfach als Abstandsmeßvorrichtung bezeichnet) vergleichen elektrisch Abbildungen zweiter seitlich nebeneinander oder übereinander angeordneter optischer Systeme, um den Abstand auf der Basis des Prinzips der Triangulation zu messen.

Fig. 4 zeigt eine bekannte Fahrzeugabstands-Messvorrichtung dieser Art. Darin bezeichnet 52 eine Fotografie- oder Abbildungseinrichtung zur Abbildung eines Meßobjekts 51, während 53 eine Recheneinheit zur Berechnung des Abstands zu dem Meßobjekt 51 auf der Basis der von der Abbildungseinrichtung erzeugten Abbildung bezeichnet. Die Abbildungseinrichtung 52 enthält zwei Abbildungslinsen 61 und 62 und zwei optische Sensorfelder (Sensor-Arrays) 63, 64. Die Recheneinheit 53 setzt sich aus einer Signalverarbeitungsschaltung 65 und einer Entfernungsmessschaltung 66 zusammen.

Die Abbildungslinsen 61 und 62 sind in Fig. 4 so angeordnet, daß ihre optischen Achsen im Abstand B nebeneinander liegen. Die optischen Sensorfelder 63 und 64, beispielsweise lineare CCD-Sensorfelder, sind im Abstand der Brennweite f von den Abbildungslinsen 61 bzw. 62 angeordnet. Die Sensorfelder 63 und 64 wandeln von den Abbildungslinsen 61 und 62 erzeugte Bilder des Meßobjekts 51 zu Bildsignalen S61 und S62 um, die der Signalverarbeitungsschaltung 65 eingegeben werden. Die Signalverarbeitungsschaltung 65 setzt sich aus Verstärkern 67 und 68, Analog-/Digital-Umsetzern 69 und 70 und einem Speicher 71 zusammen. Die Bildsignale S61 und S62 von den Sensorfeldern 63 und 64 werden mittels der Verstärker 67 und 68 verstärkt, mittels der Analog-/Digital-Umsetzer 69 und 70 in digitale Daten umgesetzt und als Bilddaten S63 und S64 dem Speicher 71 zugeführt.

Die Entfernungsmessschaltung 66 am Ausgang der Signalverarbeitungsschaltung 65 umfaßt einen Mikrocomputer, der die im Speicher 71 gespeicherten rechten und linken Bilddaten S63 und S64 vergleicht, um die Entfernung zu dem Meßobjekt 51 zu berechnen und als ein Entfernungssignal S65 abzugeben. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die Bezeichnungen "rechts" und "links" im Rahmen des vorliegenden Textes zur einfachen Unterscheidung verwendet und auf die Darstellung in den Zeichnungen bezogen sind, jedoch keinerlei Beschränkung hinsichtlich der im Rahmen der vorliegenden Erfindung möglichen räumlichen Anordnung der Abbildungslinsen bzw. Sensorfelder bedeuten. Letztere könnten z.B. genauso gut vertikal übereinander statt horizontal nebeneinander angeordnet werden.

Zur Erläuterung des Prinzips der Entfernungsberechnung sei zunächst auf Fig. 5 Bezug genommen. Der Mittelpunkt zwischen den optischen Achsen der Abbildungslinsen 61 und 62 wird als Ursprung eines kartesischen Koordinatensystems mit der horizontalen X-Achse und der vertikalen Y-Achse definiert. Die Koordinaten von Abbildungspositionen  $L_1$  und  $R_1$  sollen als  $(-B/2, -f)$  bzw.  $(a_{R1} + B/2, -f)$  bezeichnet werden.  $a_{L1}$  und  $a_{R1}$  bezeichnen Abstände auf den Sensorfeldern 63 bzw. 64, wie in der Figur dargestellt. Die Koordinaten des Mittelpunkts  $O_L$  der Abbildungslinse 61 sind  $(-B/2, 0)$ , diejenigen des Mittelpunkts  $O_R$  der Abbildungslinse 62  $(B/2, 0)$ . Bezeichnet man die Koordinaten eines Punkts M des Meßobjekts 51 mit  $(x, y)$ , ergeben sich die Koordinaten des Schnittpunkts N des Lots vom Punkt M auf die X-Achse zu  $(x, 0)$ . Die Koordinaten des Punkts  $L_0$ , an

dem eine zur Y-Achse parallele Linie durch den Mittelpunkt  $O_L$  auf das Sensorfeld 63 trifft, sind  $(-B/2, -f)$ . Die Koordinaten des Punkts  $R_0$ , wo eine zur Y-Achse parallele Linie durch den Mittelpunkt  $O_R$  auf das Sensorfeld 64 trifft, sind  $(B/2, -f)$ . Da  $\Delta MO_L N$  ähnlich  $\Delta O_L L_1 L_0$  und  $\Delta MO_R N$  ähnlich  $\Delta O_R R_1 R_0$  sind, gelten die folgenden Gleichungen (1) und (2).

$$(x + B/2)f = a_{L1} \cdot y \quad (1)$$

$$(-x + B/2)f = a_{R1} \cdot y \quad (2).$$

Aus den Gleichungen (1) und (2) ergibt sich Gleichung (3):

$$y = B \cdot f / (a_{L1} + a_{R1}) \quad (3).$$

Anhand von Gleichung (3) kann die Entfernung y zum Meßobjekt 51 berechnet werden, wenn die Abstände  $a_{L1}$  und  $a_{R1}$  der Abbildungspositionen  $L_1$  bzw.  $R_1$  von den Punkten  $L_0$  bzw.  $R_0$  bekannt sind.

Es soll nun die Funktion der Entfernungsmessschaltung 66 beschrieben werden. Sie vergleicht rechte und linke (bzw. obere und untere) Bilddaten 63L und 64R, wie durch ausgezogene Linien in Fig. 8 dargestellt, für einen gesondert eingestellten Entfernungsmessbereich 73 (siehe Fig. 7). Wenn die Bilder nicht übereinstimmen, verschiebt sie beispielsweise die linken Bilddaten 63L nach rechts und die rechten Bilddaten 64R nach links, wie durch die gestrichelten Linien in Fig. 6 angedeutet, um denjenigen Verschiebungsbetrag  $(a_{L1} + a_{R1})$  zu ermitteln, bei dem die Bilddaten am weitesten übereinstimmen.

Die rechten und die linken Bilddaten stimmen nicht immer exakt überein, da übereinstimmende Bildpunkte zwischen den räumlichen Pixeln der Sensorfelder 63, 64, das heißt zwischen den Elementen dieser Sensorfelder liegen können.

Auf der Basis des Verschiebungsbetrags  $(a_{R1} + a_{L1})$  errechnet die Entfernungsmessschaltung 66 unter Verwendung von Gleichung 3 die Entfernung y zu dem Meßobjekt 51.

Fig. 7 ist eine schematische Zeichnung, die ein normales Bild zeigt, wie man es erhält, wenn der Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug 51a gemessen wird. Gemäß Darstellung ist der Entfernungsmessbereich 73 innerhalb eines Meßgesichtsfeldes 72 eingestellt, und der Abstand zu einem Meßobjekt, das heißt zu dem vorausfahrenden Fahrzeug 51a, innerhalb dieses Entfernungsmessbereichs 73 wird als Fahrzeugabstand auf der Basis des Prinzips der beschriebenen Entfernungsmessung ermittelt.

Wenn man die Abstandsmeßvorrichtung 50 innerhalb des Fahrzeugs montiert, ergeben sich bestimmte Vorteile, unter anderem das Entfallen der Notwendigkeit, die Vorrichtung widerstandsfähig gegenüber Staub oder Wasser zu machen, sowie die Möglichkeit an einem regnerischen Tag den Scheibenwischer einzusetzen.

Fig. 8 zeigt schematisch den Einbau der Abstandsmeßvorrichtung 50 zwischen dem Innenspiegel 74 des Fahrzeugs und der Windschutzscheibe 75. Die Abstandsmeßvorrichtung 50 ist dabei mittels einer Richtungsjustiereinrichtung 76 an dem Innenspiegel 74 fixiert.

Fig. 9 zeigt ein Beispiel eines Winkeleinstellmechanismus für die Abstandsmeßvorrichtung 50. Der Winkeleinstellmechanismus setzt sich aus der Richtungsjustiereinrichtung 76, einem Parallelstift 77, einem Fixierbolzen bzw. einer Fixierschraube 78 und einem exzentrischen Antriebsglied 79 zusammen. Die Richtungsjustiereinrichtung 76 ist an einem Teil des Innenspiegels (nicht gezeigt) fixiert. Der Winkel der Abstandsmeßvorrichtung 50 wird wie folgt ein-

gestellt. Der Fixierbolzen 78 wird gelöst, damit das exzentrische Antriebsglied 79 gedreht werden kann. Dadurch kann die Abstandsmeßvorrichtung, die an der Richtungsjustiereinrichtung 76 fixiert ist, um den Parallelstift 77 gedreht werden. Das exzentrische Antriebsglied 79 wird gedreht, um den Winkel (die Richtung) der Abstandsmeßvorrichtung 50 einzustellen, und der Fixierbolzen 78 danach festgezogen. Durch den Winkeleinstellmechanismus läßt sich die Abstandsmeßvorrichtung 50 horizontal und vertikal justieren, wie durch die entsprechenden Pfeile in Fig. 1 angedeutet.

Die Installation der Abstandsmeßvorrichtung innerhalb des Fahrzeugs bietet die oben beschriebenen Vorteile, führt jedoch auch zu den nachfolgend erläuterten Problemen.

Die Windschutzscheibe 75, die sich zwischen der Abstandsmeßvorrichtung und dem Meßobjekt 51 befindet, bewirkt einen Fehler im Entfernungssignal S65, wodurch die Meßgenauigkeit der Abstandsmeßvorrichtung 50 beeinträchtigt wird. Die Einflüsse der Windschutzscheibe 75 basieren auf deren ungleichförmiger Dicke, einem Unterschied im Lichteinfallswinkel auf die Abbildungslinsen 61, 62 relativ zur Windschutzscheibe und unterschiedlichen Brechzahlen an unterschiedlichen Positionen der Windschutzscheibe 75.

Fig. 10 zeigt die Auswirkung der ungleichförmigen Dicke der Windschutzscheibe 75 auf die Genauigkeit der Entfernungsmessung. Der Einfachheit halber sind in Fig. 10 von im Unendlichen liegenden Punkten ausgehende, zur optischen Achse der Abbildungslinse 61 parallele Lichtstrahlen dargestellt, die die Windschutzscheibe 75 mit ungleichförmiger Dicke durchsetzen und auf den Teil der Abbildungseinrichtung 52 mit der Abbildungslinse 61 und dem Sensorfeld 63 aufreffen. Dabei wird angenommen, daß die Außenfläche der Windschutzscheibe 75 (erste Fläche) unter einem Winkel  $\alpha_L$  gegenüber der optischen Achse der Abbildungslinse 61 geneigt ist, während ihre Innenfläche (zweite Fläche) zu dieser optischen Achse senkrecht liegt.

Die aus dem Unendlichen kommenden und zur optischen Achse parallelen Lichtstrahlen werden an der Außenfläche und der Innenfläche der Windschutzscheibe 75 gebrochen und sind unter einem Winkel  $\theta_L$  gegenüber der optischen Achse geneigt, wobei der Winkel durch nachstehende Gleichung (4) gegeben ist:

$$\theta_L \approx (n - 1) \cdot \alpha_L \quad (4)$$

In diesem Ausdruck bezeichnet  $n$  den Brechungsindex (Brechzahl) der Windschutzscheibe 75 für die Wellenlänge des einfallenden Lichts.

Die Abbildungsposition auf dem Sensorfeld 63 wird dadurch gegenüber derjenigen (gestrichelt gezeichneten), die sich ergibt, wenn die Windschutzscheibe nicht vorhanden ist, um einen Wert  $\Delta a_{L1}$  verschoben, der durch nachstehende Gleichung gegeben ist:

$$\Delta a_{L1} = \theta_{L1} \cdot f \quad (5)$$

In dieser Gleichung bezeichnet  $f$  die Brennweite der Abbildungslinse 61.

Die obige Beschreibung bezog sich lediglich auf die eine der Abbildungslinsen, nämlich 61, und das eine der Sensorfelder, nämlich 63, der Abbildungseinrichtung 52. Es bedarf keiner Erwähnung, daß für die andere Abbildungslinse 62 und das andere Sensorfeld 64 entsprechendes gilt. Man kann für das Paar 62/64 also davon ausgehen, daß ein die Windschutzscheibe 75 durchsetzender Lichtstrahl gegenüber der optischen Achse der Abbildungslinse 62 um einen Winkel  $\theta_R$  geneigt ist und der Versatz der Abbildungsposition dieses

Lichtstrahls auf dem Sensorfeld 64 (gegenüber derjenigen Abbildungsposition, die sich einstellen würde, wenn die Windschutzscheibe nicht vorhanden wäre) durch  $\Delta a_{R1}$  repräsentiert wird.

Wie aus Fig. 8 ersichtlich, ist dort die Neigung der Normalen auf die Außenfläche und die Innenfläche der Windschutzscheibe gegenüber den einfallenden Lichtstrahlen deutlich größer als im Fall von Fig. 10.

Da die beiden Abbildungslinsen 61 und 62 im Abstand B auseinander liegen, durchsetzen die auf die jeweilige Abbildungslinse auftretenden Lichtstrahlen unterschiedliche Abschnitte 80, 81 (das heißt Lichtdurchlaufabschnitte) der Windschutzscheibe 75. Folglich sind die Dicke der Windschutzscheibe 75 und der Winkel zwischen dem jeweiligen einfallenden Lichtstrahl und der Normalen auf die Windschutzscheibe für die beiden Abschnitte 80, 81 unterschiedlich. Als Folge davon weisen sowohl  $\Delta a_{L1}$  und  $\Delta a_{R1}$  als auch  $\theta_L$  und  $\theta_R$  unterschiedliche Werte auf.

Die Versatzdifferenz  $\Delta a$  zwischen dem jeweiligen Versatz der Abbildungspositionen ( $\Delta a_{L1}$  und  $\Delta a_{R1}$ ) ist durch nachfolgende Gleichung (6) gegeben:

$$\Delta a = \Delta a_{L1} - \Delta a_{R1} = f \cdot (\theta_{L1} - \theta_{R1}) \quad (6)$$

Die Größe  $\Delta a$  in Gleichung (6) stellt einen Fehler des Verschiebetrags und damit einen Fehler des Entfernungssignals S65 dar.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Entfernungsmessvorrichtung und ein Entfernungsmessverfahren mit hoher Meßgenauigkeit zu schaffen, die es erlauben, Meßfehler zu korrigieren, die von einem zwischen der Meßvorrichtung und einem Meßobjekt befindlichen Medium, etwa einer Windschutzscheibe herrühren.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Entfernungsmessvorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. ein Verfahren gemäß Patentanspruch 5 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung und die mit ihr erzielten Vorteile werden nachfolgend in einzelnen anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine konzeptionelle Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels.

Fig. 2 und 3 Darstellungen zur Erläuterung der Arbeitsweise des ersten Ausführungsbeispiels.

Fig. 4 ein Blockdiagramm des Aufbaus einer herkömmlichen Abstandsmeßvorrichtung.

Fig. 5 eine Darstellung zur Erläuterung des Prinzips der Entfernungsmessung.

Fig. 6 eine Darstellung zur Erläuterung der Arbeitsweise einer Entfernungsmessschaltung.

Fig. 7 eine schematische Ansicht einer Abbildung.

Fig. 8 eine schematische Darstellung der Installation einer Abstandsmeßvorrichtung.

Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Winkeleinstellmechanismus der Abstandsmeßvorrichtung, und

Fig. 10 eine Darstellung zur Erläuterung der Auswirkungen von Ungleichförmigkeiten einer Windschutzscheibe auf die Genauigkeit der Entfernungsmessung.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Fig. 1 bis 3 erläutert. Gemäß Darstellung in Fig. 1 ist ein Referenzobjekt 1 in einem beliebigen Abstand  $y_1$  von einer innerhalb eines Fahrzeugs 2 montierten Abstandsmeßvorrichtung 3 angeordnet. Auf das Referenzobjekt 1 ist ein Einstell- oder Kalibrierungsblatt 1d gezeichnet. Das Kalibrierungsblatt 1d trägt ein Muster 20 in Form horizontaler dunkler Streifen 20a und 20b in einem hellen Feld, wobei

die dunklen Streifen dieselbe Breite  $w_1 = w_2$  aufweisen und im selben Abstand  $B$  voneinander angeordnet sind wie die Abbildungslinsen 61 und 62 der Abstandsmeßvorrichtung 3. Während bei der Darstellung in Fig. 1 das Muster 20 aus zwei horizontalen Streifen besteht, ergeben sich ähnliche Wirkungen im Fall von drei oder mehr horizontalen Streifen, solange es sich um ein periodisch mit der Periode  $B$  wiederholtes Muster handelt. Gleichermaßen können anstelle dunkler Streifen in einem hellen Feld auch helle Streifen in einem dunklen Feld als Muster verwendet werden.

Mit der in Fig. 1 dargestellten Anordnung werden Bilder des Kalibrierungsblatts 1d des Referenzobjekts 1 auf den Sensorfeldern 63 und 64 der Abstandsmeßvorrichtung 3 erzeugt.

Das hier beschriebene erste Ausführungsbeispiel der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß die Recheneinheit 53 den Verschiebungsbetrag für den Fall der Messung der Entfernung zu dem Kalibrierungsblatt 1d des Referenzobjekts 1 ermittelt, um die Versatzdifferenz der Abbildungspositionen auf den Sensorfeldern 63 und 64 zu bestimmen, die sich aus der Anwesenheit eines Mediums zwischen der Meßvorrichtung und dem Meßobjekt ergibt. Die Recheneinheit 53 verwendet diese Versatzdifferenz sowie den Verschiebungsbetrag, der sich bei der Messung der Entfernung zum Meßobjekt ergibt und errechnet daraus die tatsächliche Entfernung zum Meßobjekt.

Anhand der Fig. 2 und 3 sei dies nachfolgend näher erläutert.

Wie oben beschrieben, ergibt sich die Entfernung  $y$  zum Meßobjekt aus Gleichung (3). Wie sich aus der Gleichung (3) und Fig. 5 ergibt, sollte theoretisch der Verschiebungsbetrag null sein, wenn die Entfernung  $y_1$  unendlich ist. Wenn jedoch die Entfernung gemäß Fig. 1 durch ein Medium, etwa die Windschutzscheibe 75, gemessen wird, ändert ein von dem Medium herrührender Fehler den Verschiebungsbetrag vom Wert Null zu einem hier mit  $S$  bezeichneten Betrag. Unter Berücksichtigung dieses Fehlers ergibt sich die tatsächliche Entfernung  $y$  zum Meßobjekt aus nachfolgender Gleichung (11):

$$y = B \cdot f / (a_{R1} + a_{L1} - S_{\infty}).$$

Wenn also die Versatzdifferenz  $S_{\infty}$  gemessen werden kann, wenn die Entfernung  $y_1$  unendlich ist, dann kann der von dem Medium verursachte Fehler korrigiert werden.

Fig. 2 zeigt das Meßobjekt 51 in einer Entfernung  $y = \infty$  von der Abstandsmeßvorrichtung 3. Das Licht, welches von dem Meßobjekt 51 auf die Abbildungslinsen 61 bzw. 62 auftrifft, ist in Fig. 2 durch Hauptstrahlen 52L und 52R repräsentiert, die parallel zueinander verlaufen und auf den Sensorfeldern 63 bzw. 64 an Positionen  $I_0$  bzw.  $R_0$ , die im Abstand  $B$  der optischen Achsen der Abbildungslinsen 61 und 62 auseinanderliegen, jeweilige Abbildungen erzeugen.

Fig. 3 zeigt das Kalibrierungsblatt 1d des Referenzobjekts 1 in einem beliebigen Abstand  $y_1$  von der Abstandsmeßvorrichtung 3. Bei der Anordnung von Fig. 3 wird ein Bild des Streifens 20a des Kalibrierungsblatts 1d auf dem Sensorfeld 63 an der Position  $I_0$  ausgebildet, während eine Abbildung des Streifens 20b auf dem Sensorfeld 64 an der Position  $R_0$  erzeugt wird. Da die Streifen 20a und 20b dieselbe Form aufweisen, ergeben sich dieselben Wirkungen wie im Fall der Anordnung des Referenzobjekts 1 im Unendlichen. In Fig. 3 sind die Abbildungslinse 61 und das Sensorfeld 63 einerseits sowie die Abbildungslinse 62 und das Sensorfeld 64 andererseits in derselben Richtung (d. h. längs derselben Achse) nebeneinander angeordnet wie die Streifen 20a und 20b. Wenn es sich bei den Streifen also um horizontale Streifen handelt, die in Vertikalrichtung überein-

ander liegen, wie in Fig. 1 beispielhaft gezeigt, dann sind auch die Abbildungslinsen 61/62 bzw. die Sensorfelder 63/64 vertikal übereinander angeordnet.

Der Verschiebungsbetrag, den man erhält, wenn der Abstand zum Kalibrierungsblatt 1d des Referenzobjekts 1 gemessen wird, ist damit identisch mit der Versatzdifferenz  $S_{\infty}$ , die sich ergibt, wenn das Meßobjekt 51 in der Entfernung unendlich von der Abstandsmeßvorrichtung 3 angeordnet wird. Anders ausgedrückt, die Versatzdifferenz  $S_{\infty}$  kann durch Messen eines Musters mit periodischem Aufbau gemessen werden, dessen Periode gleich dem Abstand  $B$  der optischen Achsen der Abbildungslinsen 61 und 62 ist.

Die Versatzdifferenz  $S_{\infty}$  wird in der Entfernungsmessschaltung 66 gespeichert (siehe Fig. 4).

Die Recheneinheit 53 verwendet die Versatzdifferenz  $S_{\infty}$  und den Verschiebungsbetrag, der sich ergibt, wenn die Entfernung zu einem Meßobjekt ermittelt wird, um dann die Entfernung  $y$  zu dem Meßobjekt auf der Basis von Gleichung (11) zu bestimmen. Dabei sind der Abstand  $B$  zwischen den optischen Achsen der Abbildungslinsen 61 und 62 sowie die Brennweite  $f$  der Abbildungslinsen im allgemeinen auf bestimmte Werte eingestellt und damit bekannt. Die Entfernung  $y$  zum Meßobjekt, die sich aus Gleichung (11) ergibt, wird als Entfernungssignal  $S_{65}$  ausgegeben.

Obwohl die Erfindung in Verbindung mit der Korrektur von Fehlern beschrieben wurde, die von der Windschutzscheibe 75 zwischen der Abstandsmeßvorrichtung 3 und dem Meßobjekt 51 herrühren, ist die Erfindung auf diesen Aspekt nicht beschränkt. Wenn beispielsweise ein Fensterglas in einem Lichtempfangsabschnitt eines Gehäuses oder einer Umhüllung der Abstandsmeßvorrichtung 3 vorhanden ist, können von diesem Fensterglas herrührende Fehler korrigiert werden, um eine genaue Messung der Entfernung zu dem Meßobjekt zu ermöglichen und dadurch die Notwendigkeit eines teuren und präzisen Glases oder eines entsprechenden Kunststoffteiles zu beseitigen und die Kosten zu reduzieren.

Weiterhin kann die Abstandsmeßvorrichtung 3 außerhalb eines Fahrzeugs als allgemeine Entfernungsmessvorrichtung verwendet werden. Wenn kein möglicherweise zu einem Fehler führendes Medium, wie etwa eine Windschutzscheibe, zwischen der Entfernungsmessvorrichtung und dem Referenzobjekt 1 vorhanden ist, kann mittels der Erfindung die Entfernungsmessvorrichtung bewertet werden (das heißt ihre Genauigkeit geprüft werden) oder die Werte  $B$  und  $f$  können berechnet werden, wie durch Gleichung (8) beschrieben.

Wie voranstehend beschrieben, können selbst wenn ein Medium, etwa eine Windschutzscheibe, zwischen der Entfernungsmessvorrichtung und dem Meßobjekt vorhanden ist, von dem Medium verursachte Meßfehler korrigiert werden, so daß eine Entfernungsmessvorrichtung mit hoher Meßgenauigkeit geschaffen wird.

Da das Vorhandensein solch eines Mediums die Meßgenauigkeit nicht beeinträchtigt, kann eine Fahrzeugabstandsmeßvorrichtung innerhalb eines Fahrzeugs montiert werden, was die Notwendigkeit für einen Staub- und Wasserschutz beseitigt, ohne die Genauigkeit zu beeinträchtigen.

Bei der beschriebenen Entfernungsmessvorrichtung kann die Entfernung zwischen der Entfernungsmessvorrichtung und dem Referenzobjekt beliebig sein, so daß zur Kalibrierung nur ein geringer Raumbedarf erforderlich ist. Außerdem ist die Kalibrierung sehr leicht durchführbar, da die Entfernung zum Referenzobjekt unkritisch ist. All diese Vorteile werden ohne Notwendigkeit des Einsatzes eines Kollimators erreicht, was die Kosten reduziert.

Bei den Weiterbildungen der Erfindung gemäß den Patentansprüchen 2 bis 4 kann die Richtung bzw. Ausrichtung

der Entfernungsmeßvorrichtung leicht und zuverlässig bestimmt werden, womit der Betrachter entlastet wird und eine Entfernungsmeßvorrichtung mit hoher Meßgenauigkeit geschaffen wird. Ein dafür bei einer bevorzugten Ausführungsform verwendeter Sucher kann generell so aufgebaut sein, wie dies in ähnlichem Zusammenhang in der DE 198 00 354 A1 (entsprechend einer früheren Anmeldung derselben Anmelderin), die hiermit in die vorliegende Offenbarung einbezogen wird, beschrieben wird.

#### Patentansprüche

1. Entfernungsmeßvorrichtung, umfassend eine Abbildungseinrichtung (52) mit zwei in einem vorgegebenen Abstand (B) zwischen ihren optischen Achsen angeordneten Abbildungslinsen (61, 62) und zwei Lichtsensorfeldern (63, 64) sowie eine Recheneinheit (53) zur Berechnung der Entfernung zwischen einem Meßobjekt (51) und zwei mittels der Abbildungseinrichtung erhaltenen Bildern des Meßobjekts auf der Basis der Triangulation, **dadurch gekennzeichnet**, daß mittels der Recheneinheit die Entfernung zum Meßobjekt bestimmt wird unter Verwendung:  
des gespeicherten Werts eines Verschiebungsbetrags ermittelt auf der Basis des vorgegebenen Abstands (B) und aufgenommener Bilder eines Referenzobjekts mit einem periodischen Muster, dessen Periode gleich dem vorgegebenen Abstand (B) ist,  
der Differenz zwischen den jeweiligen Versatzwerten von Abbildungspositionen auf den Sensorfeldern (63, 64), welche von einem zwischen dem Meßobjekt (51) und der Entfernungsmeßvorrichtung vorhandenen Medium (75) herrührt, wobei die Differenz unter Verwendung des Verschiebungsbetrags ermittelt wird, und  
des Verschiebungsbetrags, der ermittelt wird, wenn die Entfernung zu dem Meßobjekt (51) gemessen wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Richtungsjustiereinrichtung (76) zur Einstellung des Montagewinkels der Vorrichtung derart aufweist, daß Abbildungen des Referenzobjekts an vorbestimmten Positionen der Sensorfelder (63, 64) erzeugbar sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Sucher aufweist, dessen optische Achse parallel zu den optischen Achsen der Abbildungslinsen (61, 62) verläuft.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Sucher abnehmbar ist.
5. Verfahren zu Messung der Entfernung zwischen einer Entfernungsmeßvorrichtung (3) und einem Meßobjekt (51), bei dem mittels zweier in einem vorgegebenen Abstand (B) zwischen ihren optischen Achsen angeordneter Abbildungslinsen (61, 62) auf zwei optischen Sensorfeldern (63, 64) eine jeweilige Abbildung des Meßobjekts erzeugt wird und die gesuchte Entfernung aus den Abbildungspositionen ( $I_1$ ,  $R_1$ ) auf den Sensorfeldern relativ zu Bezugspositionen ( $I_0$ ,  $R_0$ ) nach dem Prinzip der Triangulation berechnet wird, wobei sich zwischen der Entfernungsmeßvorrichtung (3) und dem Meßobjekt ein die Abbildungspositionen beeinflussendes Medium (75) befindet, wobei die gesuchte Entfernung unter Verwendung der relativen Abbildungspositionen ( $I_1$ ,  $R_1$ ), die sich bei Messung der Entfernung zu dem Meßobjekt (51) ergeben, und eines gespeicherten Korrekturwerts ( $S_\infty$ ) zur Korrektur eines von der Existenz des Mediums (75) herführenden Fehlers berechnet wird,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß zur Ermittlung des Kor-

rekturwerts die Entfernung zu einem Referenzobjekt (1, 1d) gemessen wird, welches ein Streifenmuster (20) mit Streifen (20a, 20b) aufweist, die längs derselben Achse in dem gegebenen Abstand (B) nebeneinander und parallel zueinander angeordnet sind, längs derer auch die Abbildungslinsen (61, 62) bzw. die Sensorfelder (63, 64) nebeneinander angeordnet sind, und als Korrekturwert die Abweichung der Differenz zwischen den bei dieser Messung erhaltenen relativen Abbildungspositionen von Null bestimmt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die gesuchte Entfernung  $y$  errechnet wird aus  $y = B \cdot I / (a - S_\infty)$ , worin:

B der vorgegebene Abstand zwischen den optischen Achsen der beiden Abbildungslinsen (61, 62) ist,

f die Brennweite der beiden Abbildungslinsen (61, 62) ist,

$a = |I_1 - I_\infty| + |R_1 - R_\infty|$  einen Verschiebungsbetrag

darstellt, und  $S_\infty = |I_\infty| + |R_\infty|$  die Summe der

wobei  $I_1$ ,  $R_1$  die jeweiligen Abbildungspositionen auf den Sensorfeldern bei Messung der Entfernung zu dem Meßobjekt (51) und  $I_\infty$ ,  $R_\infty$  die jeweiligen Abbildungspositionen auf den Sensorfeldern bei Messung der Entfernung zu dem Referenzobjekt (1, 1d) bezeichnen.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

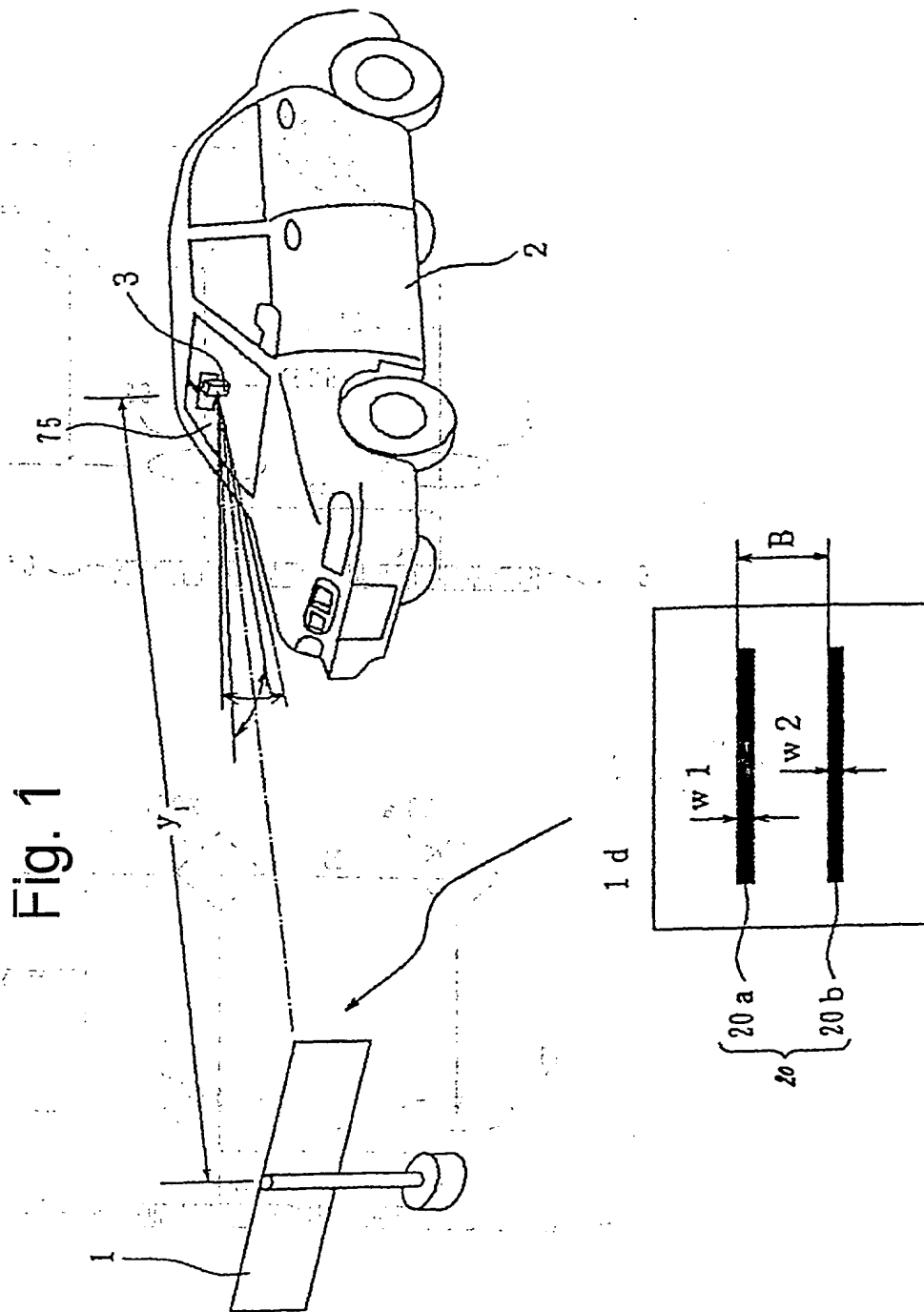




Fig. 2

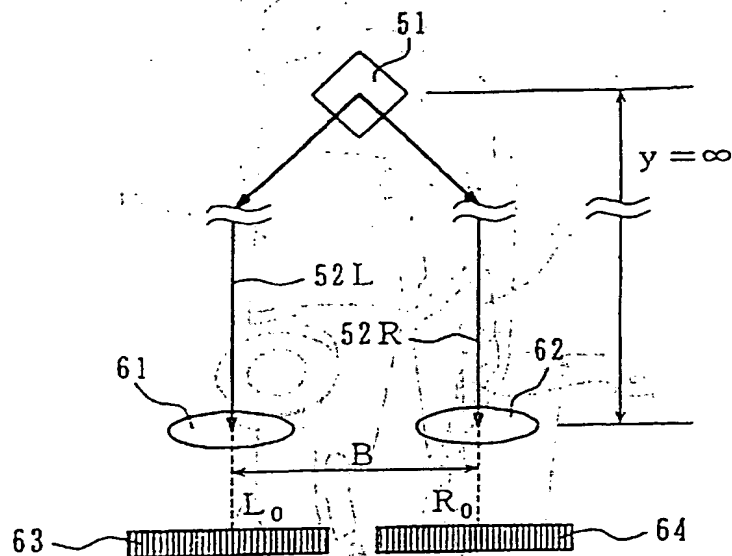


Fig. 3

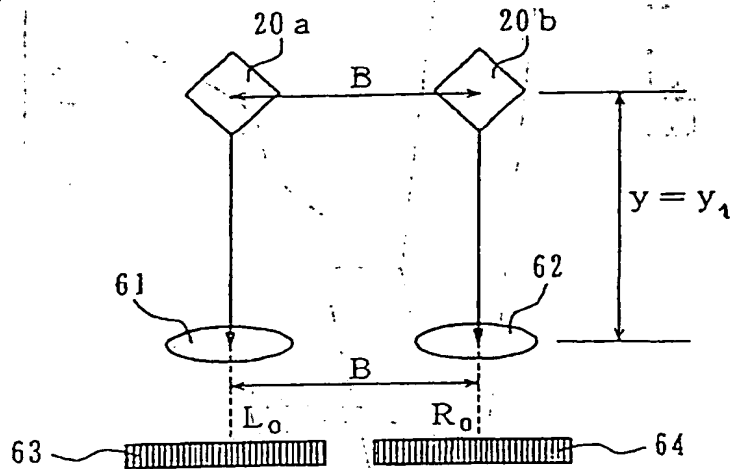


Fig. 4

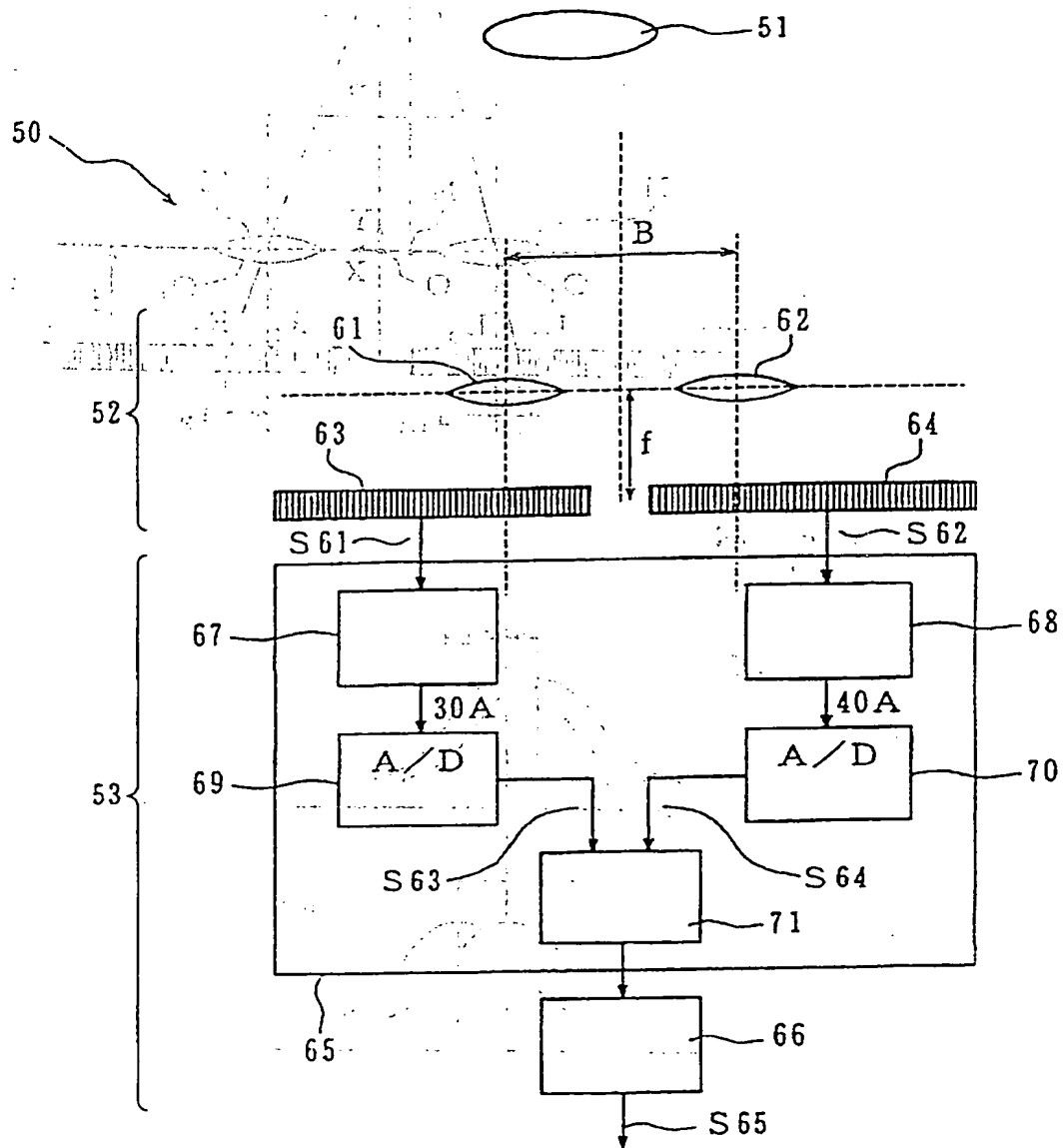


Fig. 5

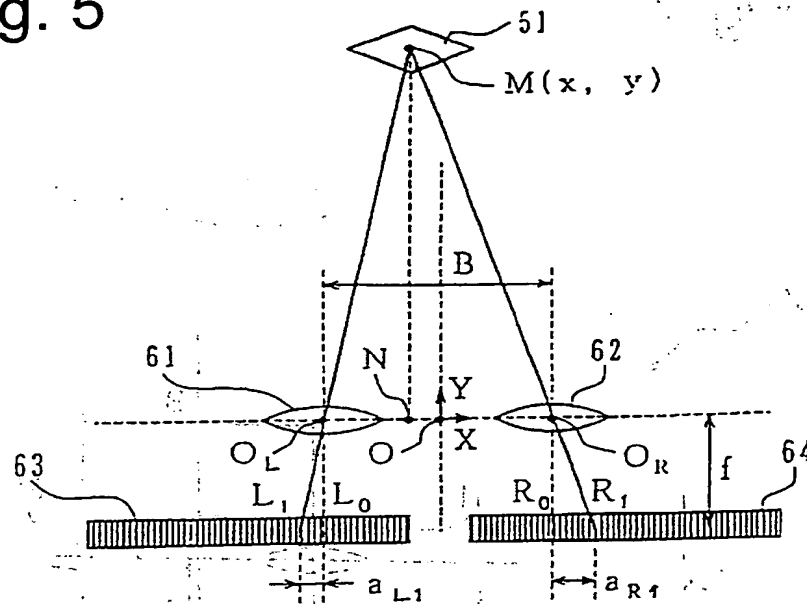


Fig. 6

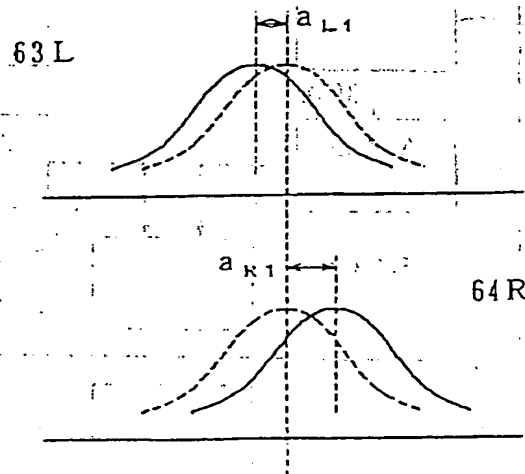


Fig. 7

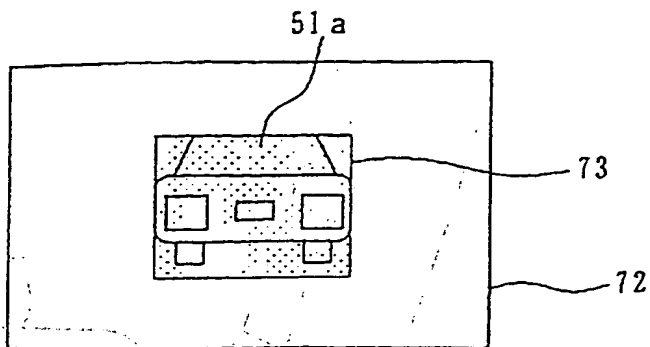


Fig. 10

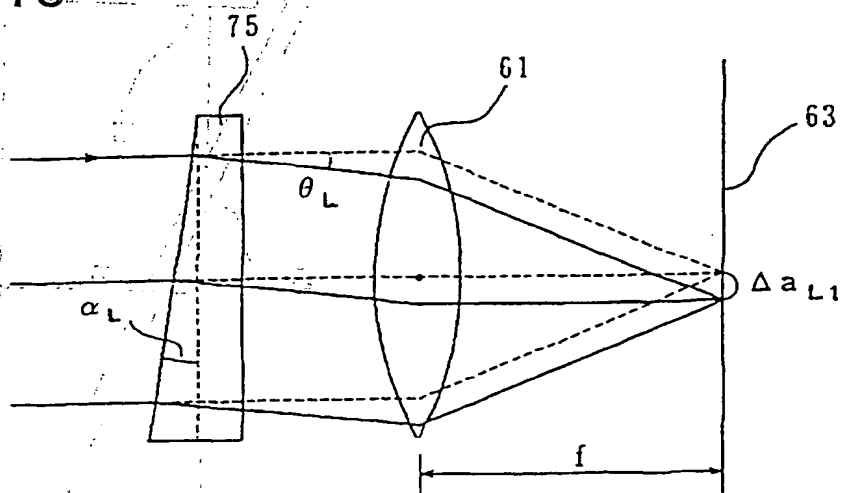


Fig. 8

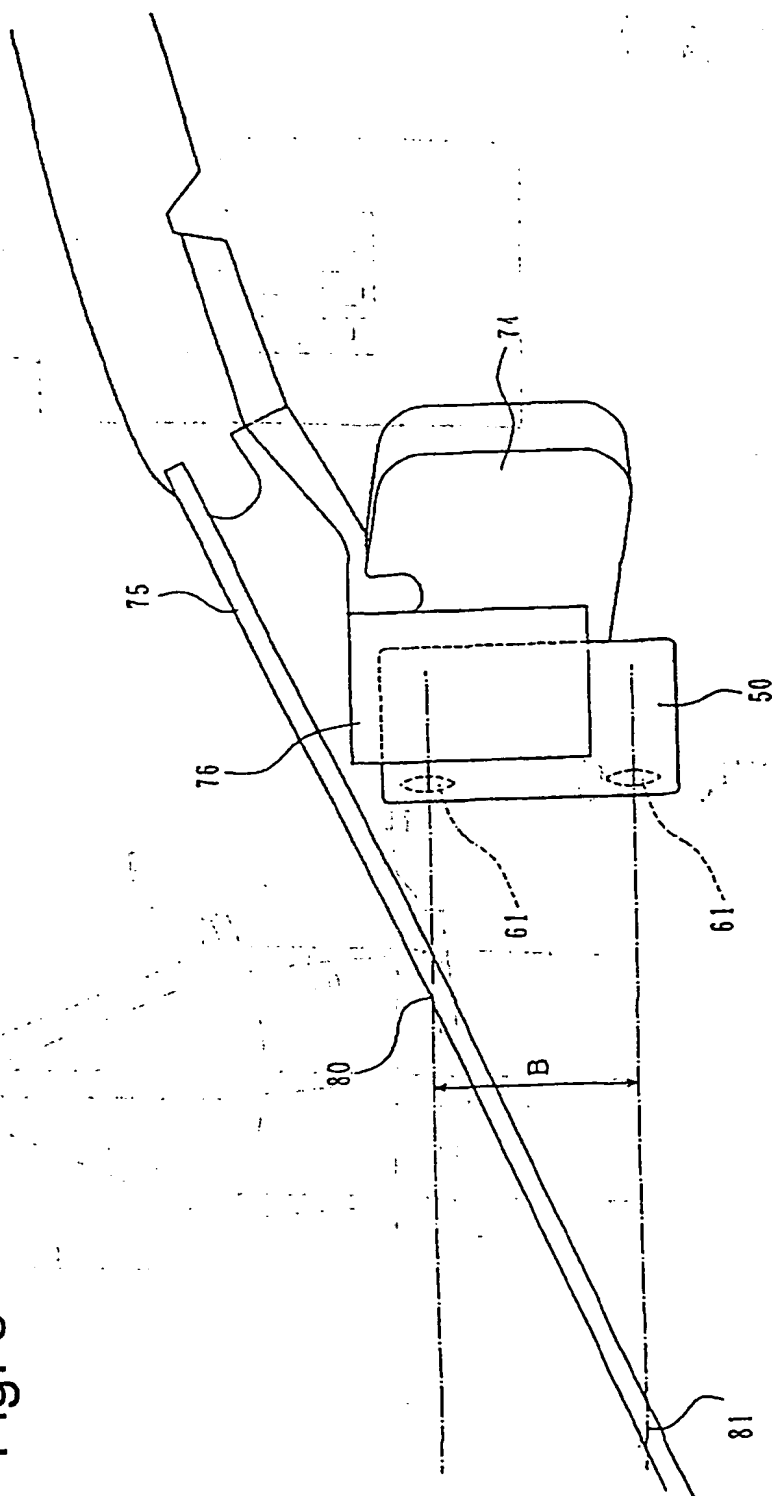
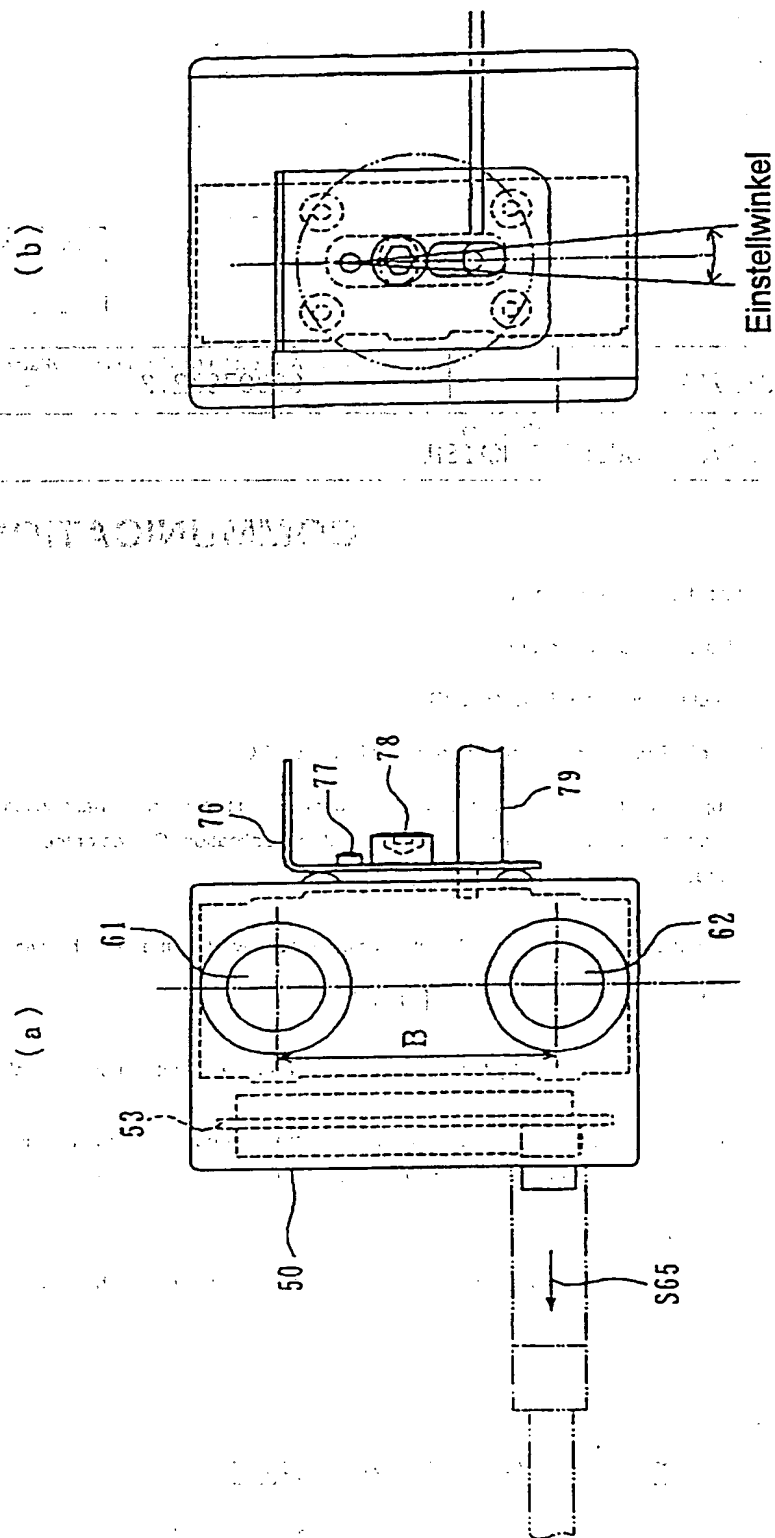


Fig. 9



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**